

PENGENDALIAN PERSEDIAAN SUKU CADANG DI PT. XXX MENGUNAKAN METODE PROBABILITAS MODEL Q DENGAN BACKORDER

Tengku Nurainun¹, Muhammad Khitob²

^{1,2)} Jurusan Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
Jl. H. R. Soebrantas No. 155 KM. 18, Pekanbaru, 282893, Indonesia
Email: tn_ainun@yahoo.com

ABSTRAK

Pemeliharaan alat berat khususnya *excavator* merupakan kegiatan penting untuk menjamin kelancaran produksi dimana kegiatan ini mencakup pemeliharaan rutin maupun pemeliharaan yang tidak terduga. Sebagai tindakan antisipatif dalam pemeliharaan alat berat ini membutuhkan ketersediaan suku cadang pengganti di gudang. Jumlah ketersediaan suku cadang di gudang yang lebih besar dibandingkan kebutuhan beresiko terhadap peningkatan biaya, sebaliknya jumlah persediaan yang lebih sedikit dibandingkan kebutuhan akan menimbulkan kekurangan suku cadang yang dapat mengganggu proses produksi. Optimalisasi persediaan suku cadang penting untuk dilakukan karena tingginya biaya pengadaan dan penyimpanan suku cadang tersebut sehingga penyerapan modal yang tidak perlu akibat perencanaan yang kurang baik tidak perlu terjadi. Penelitian ini membahas tentang bagaimana pengendalian persediaan suku cadang yang tepat menggunakan probabilitas Q dengan *back order*. Penerapan pengendalian persediaan probabilitas Q dengan *back order* ini akan membantu perusahaan dalam membuat keputusan mengenai ukuran *lot* pemesanan ekonomis, *re order point (RoP)* dan *safety stock (SS)*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Perusahaan dapat menghemat biaya persediaan setiap tahunnya rata-rata 5,5% dari seluruh pengendalian persediaan suku cadang. Pengendalian persediaan probabilitas Q dengan *back order* dapat dijadikan alternatif perusahaan dalam menentukan kebijakan pengendalian persediaan suku cadang.

Kata kunci: Backorder, Model Q , Persediaan

ABSTRAK

Heavy equipment maintenance, especially excavator is an important activity to ensure continuity on production where activities include preventive maintenance or corrective maintenance. As an precaution, the availability of spare parts in the warehouse substitute is necessary. While the availability of spare parts in the warehouse are greater than necessary, it will risk to increased costs, otherwise the amount of inventory that is less than the requirement would lead to a shortage of spare parts which can disrupt to production process. Optimizing of spare parts inventory is important to do effect to high on procurement and saving cost. This research aim was to determined appropriate inventory control for spare parts using a Q probability with back order. Implementation of Q probability inventory control with the back order will help companies to make decisions about economical lot size for procurement, re-order point (ROP) and safety stock (SS). The results showed that company can save inventory costs annually about 5.5%. Q probability inventory control with back orders can be used by company to determined the spare parts inventory control policy.

Keywords: Backorder, Model Q , Inventory

1. LATAR BELAKANG

Kegiatan pemeliharaan mencakup seluruh aspek fasilitas mesin, peralatan, gedung dan fasilitas yang dimiliki oleh perusahaan. Kegiatan pemeliharaan alat berat didefinisikan

sebagai sesuatu kegiatan yang dilakukan untuk memperbaiki setiap alat berat agar alat berat dapat dipergunakan dalam kegiatan produksi. Berdasarkan data permintaan suku cadang excavator di PT. XXX dapat dilihat bahwa pola kebutuhan suku cadang dalam pemeliharaan bersifat probabilistik sebagaimana pada Tabel 1.

Pengadaan suku cadang alat berat sebagai keputusan strategis membutuhkan perencanaan yang baik karena biaya pengadaannya yang tinggi. Apabila ketersediaan suku cadang ini melebihi dari kebutuhan maka secara finansial telah terjadi pemborosan investasi karena memunculkan biaya simpan. Sementara kekurangan persediaan juga beresiko terhadap kemacetan produksi akibat tidak tersedianya suku cadang pada saat suku cadang tersebut dibutuhkan. Fungsi pembelian adalah bagaimana mengadakan material dan part pada kualitas yang tepat dan kuantitas yang tersedia untuk digunakan dalam operasi pada waktu yang tepat dan tempat yang tepat (Galloway; 2000:31).

Dengan demikian dibutuhkan suatu metode yang handal untuk mengoptimalkan jumlah pemesanan suku cadang yang tepat sehingga diperoleh *trade off* antara pengadaan dan penyimpanan sehingga meminimalkan total biaya persediaan. Metode Probabilitas model Q dengan *back order* merupakan salah satu sistem pengelolaan persediaan jika kekurangan suku cadang dapat dilakukan secara *back order* dimana *user* mau menunggu barang yang diminta sampai tersedia di gudang, merendam fluktuasi permintaan suku cadang, dapat menjaga persediaan suku cadang dan dapat menekan biaya persediaan. Pada prinsipnya model Q merupakan pengembangan lebih lanjut dari probabistik sederhana dengan tidak meletakkan terlebih dahulu tingkat pelayanannya. Sesuai dengan karakteristik metode Q bahwa ukuran lot selalu tetap dan interval waktu selalu berubah-ubah (variabel) sehingga tentu akan terjadi kekurangan persediaan (*out of stock*). Namun dalam sistem persediaan metode Q ini kekosongan stok hanya akan terjadi selama waktu anjang-angang (L). Untuk mengatasi hal tersebut dapat ditempuh dengan menerapkan *back order* yaitu tingkat pelayanan ditentukan secara bersamaan dengan optimasi ongkos, yaitu melakukan pemesanan darurat untuk memenuhi kekurangan tersebut, dimana ongkos yang ditimbulkan biasanya lebih mahal dari pesanan normal.

Dengan menggunakan prinsip klasifikasi ABC diperoleh permintaan suku cadang excavator dalam tiga klasifikasi. Suku cadang *hidrolik*, *engine*, dan *ballast box* termasuk dalam kelompok A, yang mana menyerap dana investasi inventori sebesar 74,81 % dari total dana total inventori, dengan jenis barang 20,01% dari semua jenis suku cadang excavator. Kelompok A inilah merupakan suku cadang prioritas, karena menyerap 78,33% dana investasi inventori.

Tabel 1. Data Permintaan Suku Cadang Excavator periode tahun 2009-2012

No	Nama Suku Cadang	JUMLAH				Total
		2009	2010	2011	2012	
1	Attachament	56	63	59	74	252
2	Elektrical	89	95	102	97	383
3	Engine	318	306	298	274	1196
4	Hidrolik	331	320	337	293	1281
5	Other	43	58	52	65	218
6	Undercarriga	23	19	29	36	107
7	Dipper	9	15	11	13	48
8	Dipper Door	13	10	15	17	55
9	Boom	10	13	9	11	43
10	Dipper Stick	8	15	13	17	53
11	Revolving Frame	15	9	13	15	52
12	Lower Work	17	13	15	11	56

No	Nama Suku Cadang	JUMLAH				Total
		2009	2010	2011	2012	
13	Ballast Box	19	15	13	9	56
14	Crawler Side Frame	5	9	15	11	40
15	Saddle Block	21	27	25	19	92
Total		977	987	1006	962	3932

2. TINJAUAN LITERATUR

Penelitian ini menerapkan metode probabilitas model Q dalam pengadaan suku cadang alat berat untuk meminimasi biaya persediaan. Formula model dan solusi yang dihasilkan hanya berlaku bila kekurangan inventori dilakukan dengan cara *back order*. Dalam hal ini *user* mau menunggu barang yang diminta sampai tersedia di gudang dan pengelola akan melakukan pemesanan darurat dalam rangka untuk memenuhi permintaan yang belum dapat dilayani.

Untuk menentukan nilai q_0' dan r_1' dicari dengan cara iteratif. Ada beberapa yang tersedia diantaranya yang dikemukakan oleh Wadley-Within dimana nilai q_0' dan r_1' diperoleh dengan cara:

1. Hitungan nilai q_{01}' awal dengan nilai q_{0w}' dengan formula wilson.

$$q_{01}' = \sqrt{\frac{2D}{h}}$$

2. Berdasarkan nilai q_{01}' yang diperoleh maka akan dicari besarnya kemungkinan kekurangan inventory α dengan persamaan:

$$\alpha = \frac{hq_{01}'}{c_u D} \rightarrow Z_\alpha$$

Selanjutnya akan dapat dihitung r_1' dengan menggunakan persamaan:

$$\alpha = \int_{r_1'}^{\alpha} f(x) dx \rightarrow r_1' = D_L + Z_\alpha S\sqrt{L}$$

3. Dengan diketahui nilai r_1' yang diperoleh di atas maka akan dihitung nilai q_{02}' berdasarkan atas formula yang diperoleh dari persamaan:

4.

$$q_{02}' = \sqrt{\frac{2D \left[A - C_u \int_{r_1'}^{\alpha} (x - r_1') f(x) dx \right]}{h}}$$

dimana:

$$\int_{r_{01}'}^{\alpha} (x - r_{01}') f(x) dx = S_L [f(Z_\alpha) - Z_\alpha \psi(Z_\alpha)]$$

Nilai $f(z_\alpha)$ dan $\psi(z_\alpha)$ dapat dilihat pada tabel B (Tabel Fungsi densitas Distribusi Probabilitas Normal Baku $f(z_\alpha)$ dan $\psi(z_\alpha)$).

5. Hitung kembali nilai kemungkinan kekurangan inventori α dengan persamaan:

$$\alpha = \frac{hq_{02}'}{c_u D} \rightarrow Z_\alpha$$

Selanjutnya akan dapat dihitung r_2' dengan menggunakan persamaan:

$$\alpha = \int_{r'}^{\infty} f(x) dx \rightarrow r_2' = D_L + Z_\alpha S\sqrt{L}$$

6. Bandingkan hasil perhitungan nilai r_1' dan r_2' . r_1' relatif sama dengan r_2' maka iterasi selesai dan akan diperoleh $r_1' = r_2'$ dan $q_{01}' = q_{02}'$. Jika tidak maka perhitungan dilanjutkan, dengan kembali ke langkah c, dengan mengganti nilai $r_1' = r_2'$ dan $q_{01}' = q_{02}'$.

7. Selanjutnya hitung tingkat pelayanan η dengan persamaan berikut:

$$\eta = 1 - \frac{N}{D_L} \times 100\%$$

8. Kemudian Hitung Ekspektasi Onkos Total Per Tahun dengan Persamaan:

$$O_T = Dp + \frac{AD}{Q_0} + h\left(\frac{1}{2}Q_0 + r - DL\right) + C_u \frac{D}{Q_0} \int_f^{\infty} (x - r)f(x)dx$$

Keterangan Lambang:

D	: Permintaan
S	: Standar Deviasi
L	: <i>Lead Time</i>
N	: Ekspektasi kekurangan persediaan setiap siklus
h	: <i>Holding Cost</i>
A	: Ongkos Pesan
α	: Kemungkinan Kekurangan Inventori
C_u	: Ongkos Kekurangan inventori
O_T	: Ongkos Ekspetasi Total
η	: Persentase Pelayanan
r_1', r_2'	: <i>Reorder Point</i>
q_{02}'	: Pemesanan Optimal
Ss	: <i>Safety Stock</i>

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan melalui tahapan berikut:

1. Menghitung permintaan suku cadang untuk lima tahun berikutnya.
2. Evaluasi pengendalian persediaan suku cadang excavator dengan metode *period order quantity*.
3. Menghitung pengendalian persediaan dengan metode probabilitas model Q dengan *back order*.
4. Membandingkan Metode POQ dengan perhitungan probabilitas model Q dengan *back order*.

Metode probabilitas model Q dengan *back order* dipilih dengan alasan :

1. Permintaan suku cadang bersifat *random*. Artinya permintaan suku cadang berdistribusi normal
2. Hanya satu supplier yang memasok suku cadang, artinya kekurangan suku cadang harus dilakukan pemesanan kembali melalui *back order*.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara rinci perhitungan masing-masing dapat dilihat sebagai berikut:

1. Perhitungan Peramalan Suku Cadang Hidrolic dengan Metode Trend Analysis

Peramalan suku cadang hidrolic menggunakan metode Trend Analysis dimana hasil peramalan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Permintaan Suku Cadang Escavator periode tahun 2009-2012

No	Tahun	Hasil Peramalan
1	2013	321
2	2014	330
3	2015	340
4	2016	350
5	2017	360

2. Perhitungan Pengendalian Persediaan Suku Cadang Engine dengan Metode Period Order Quantity (POQ)

Selanjutnya data hasil peramalan ini dijadikan sebagai dasar perhitungan permintaan menggunakan *period order quantity*. Adapun hasil perhitungannya untuk tahun 2013 adalah melakukan pemesanan sebanyak 4 kali pemesanan dengan periode 3 bulan dengan besarnya lot pemesanan 80 unit dimana ongkos persediaan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Ongkos Total Pengendalian Suku Cadang Engine Tahun 2013

No	Ongkos	Unit	(Rp)Harga	(Rp)Total Onkos
1	Onkos Pembelian	321 Unit	3250000	1043250000
2	Ongkos Pemesanan	4 Kali	750000	3000000
3	ongkos Simpan	10 % dari Harga		104325000
	Total Ongkos Persediaan			1150575000

Ongkos total persediaan yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk tahun 2013 sebesar **Rp. 1,150,575,000,00.**

3. Perhitungan Pengendalian Persediaan Suku Cadang Engine dengan Metode Probabilitas Q dengan Back Order

Nilai q_0' dan r_1' diperoleh dengan cara :

- a. Hitungan nilai q_{01}' awal dengan nilai q_{0w}' dengan formula wilson. $q_{01}' = \sqrt{\frac{2AD}{h}}$

$$q_{01}' = \sqrt{\frac{2(750000)(321)}{325000}}$$

$$q_{01}' = \sqrt{1482}$$

$$q_{01}' = 38,25 = 39 \text{ Unit}$$

- b. Berdasarkan nilai q_{01}' yang diperoleh maka akan di cari besarnya kemungkinan kekurangan inventory α dengan persamaan

$$\alpha = \frac{hq_{01}'}{c_u D} \rightarrow Z_\alpha$$

$$\alpha = \frac{(325000)(39)}{(1500000)(321)}$$

$$\alpha = \frac{126750000}{481500000} = 0,026$$

$\alpha = 0,026$ dengan menggunakan fungsi Normvinv pada *miscrosoft excel* maka di dapat nilai $Z_\alpha = 1,945$

Selanjutnya akan dapat dihitung r_1' dengan menggunakan persamaan:

$$\alpha = \int_{r_1'}^{\alpha} f(x) dx = r_1' = DL + Z_\alpha S\sqrt{L}$$

$$r_1' = (321)(0,25) + (1,945)(32)(0,5)$$

$$r_1' = 80,25 + 31,12$$

$$r_1' = 111,37 = 112 \text{ Unit (dibulatkan)}$$

- c. Dengan diketahui nilai r_1' yang diperoleh di atas maka akan dihitung nilai q_{02}' berdasarkan atas formula Berikut:

$$q_{02}' = \sqrt{\frac{2D \left[A - C_u \int_{r_1'}^{\alpha} (x - r_1') f(x) dx \right]}{h}}$$

dimana:

$$N = \int_{r_{01}'}^{\alpha} (x - r_{01}') f(x) dx = S_L [f(Z_\alpha) - Z_\alpha \psi(Z_\alpha)]$$

Nilai $f(Z_\alpha)$ dan $\psi(Z_\alpha)$ dapat di lihat pada tabel fungsi densitas Distribusi Probabilitas Normal Baku $f(Z_\alpha)$ dan $\psi(Z_\alpha)$.

$$f(Z_\alpha) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{Z_\alpha^2}{2}}$$

$$f(1,945) = 0,060$$

$$\psi(Z_\alpha) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{Z_\alpha}^{\infty} e^{-\frac{z^2}{2}} dz$$

$$\psi(1,945) = 0,026$$

Maka Nilai N adalah sebagai berikut:

$$N = S_L [f(Z_\alpha) - Z_\alpha \psi(Z_\alpha)]$$

$$N = (32)(0,25)[0,026 - (1,945)(0,060)]$$

$$N = 0,089$$

$$N = 1 \text{ (dibulatkan)}$$

Maka Nilai q_{02}' adalah sebagai berikut:

$$q_{02}' = \sqrt{\frac{2D \left[A + C_u \int_{r_1}'^{\alpha} (x - r_1') f(x) dx \right]}{h}}$$

$$q_{02}' = \sqrt{\frac{(2)(321)[7500000 + 1500000(1)]}{325000}}$$

$$q_{02}' = \sqrt{4445}$$

$$q_{02}' = 66,867 = 67 \text{ Unit (dibulatkan)}$$

- d. Hitung kembali nilai kemungkinan kekurangan inventori α dengan persamaan :

$$\alpha = \frac{hq_{02}'}{c_u D} \rightarrow Z_\alpha$$

$$\alpha = \frac{(325000)(67)}{(1500000)(321)}$$

$$\alpha = 0,045$$

dengan menggunakan fungsi Normsinv pada *microsoft excel* maka didapat nilai $Z_\alpha = 1,695$

Selanjutnya akan dapat dihitung r_2' dengan menggunakan persamaan

$$\alpha = \int_{r_1}'^{\alpha} f(x) dx \rightarrow r_2' = D_L + Z_\alpha S\sqrt{L}$$

$$r_2' = DL + Z_\alpha S\sqrt{L}$$

$$r_2' = (321)(0,25) + (1,695)(32)(0,5)$$

$$r_2' = 107,37 = 108 \text{ Unit (dibulatkan)}$$

- e. Bandingkan hasil perhitungan nilai r_1' dan r_2' (112 Unit dan 108 Unit). Disini keduanya masih nampak besar perbedaannya hampir mendekati sama, interaksi selesai. Maka di dapat kebijakan perusahaan dengan menggunakan metode propabilitas model Q dengan *back order* adalah sebagai berikut :

$$(q_{02}') = 67 \text{ unit}$$

$$\text{ROP } (r_2) = 108 \text{ unit}$$

$$\text{SS} = z_\alpha \cdot S\sqrt{L}$$

$$= 1,695 \times 32 \times 0,5$$

$$= 27,12 \text{ unit} = 28$$

dengan tingkat pelayanan η :

$$\eta = 1 - \frac{N}{D_L} \times 100\%$$

$$\eta = 1 - \frac{1}{(321)(0,25)} \times 100\%$$

$$\eta = 98,76\%$$

dengan Ekspektasi Ongkos Total selama pada tahun 2013 bisa dihitung dengan Persamaan:

$$O_T = Dp + \frac{AD}{q_{02}} + h \left(\frac{1}{2} q_{02} + r - DL \right) + C_U \frac{D}{q_{02}} \int_f^{\infty} (x-r)f(x)dx$$

$$O_T = (321)(3250000) + \frac{(750000)(321)}{67} + 325000 \left(\frac{1}{2} 67 + 108 - (321)(0,25) \right)$$

$$+ (1500000) \frac{321}{67} (1)$$

$$O_T = 1043250000 + 3593284 + 19906250 + 7186567$$

$$O_T = \text{Rp. } 1046318665$$

Permintaan suku cadang excavator lima tahun ke depan pada penelitian ini menggunakan metode peramalan garis kecenderungan (trend analisis). Adapun hasil perhitungan suku cadang *hidrolic*, *engine* dan *ballast box* adalah sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil Perhitungan Peramalan Suku Cadang *Hidrolic, Engine, dan Ballast Box*

Nama Suku Cadang /Tahun	2013	2014	2015	2016	2017
<i>Hidrolic</i>	321	330	340	350	360
<i>Engine</i>	327	334	355	369	383
<i>Ballast Box</i>	23	6	28	31	33

Kebijakan pengendalian persediaan suku cadang sebagai alternatif untuk lima tahun kedepan adalah dengan menggunakan pengendalian persediaan probabilitas Q dengan *back order*, dengan nilai *lot* pemesanan ekonomis (*economy order quantity*), *re order point*, dan *safety stock* sebagai berikut:

a. Suku Cadang *Hidrolic*

Tabel 5. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Nilai *qo1*, *RoP*, *SS* dan Total Biaya Suku Cadang *Hidrolik*

No	Tahun	<i>qo1</i>	<i>RoP</i>	<i>SS</i>	(Rp) Biaya Total
1	2013	67	108	28	1046318665
2	2014	68	108	28	1102756616
3	2015	98	111	26	1142385203
4	2016	70	118	30	1170037500
5	2017	71	121	31	1203020949
Jumlah		374	566	143	5664518933

b. Suku Cadang *Engine*Tabel 6. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Nilai qo1, RoP, SS dan Total Biaya Suku Cadang *Engine*

No	Tahun	qo1	RoP	SS	(Rp) Biaya Total
1	2013	92	112	31	533591031
2	2014	93	114	32	546655144
3	2015	96	122	33	583789144
4	2016	98	127	35	608937021
5	2017	99	132	36	633960795
Jumlah		478	607	167	2906935626

c. Suku Cadang *Ballast Box*Tabel 7. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Nilai qo1, RoP, SS dan Total Biaya Suku Cadang *Ballast Box*

No	Tahun	qo1	RoP	SS	(Rp) Biaya Total
1	2013	12	7	1	188181250
2	2014	13	8	1	212200000
3	2015	13	8	1	227658654
4	2016	14	9	2	251947321
5	2017	14	10	2	269249107
Jumlah		66	42	7	1149236332

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Permintaan suku cadang *excavator* untuk tahun 2016 dan 2017 menggunakan metode peramalan garis kecenderungan (*trend analisis*). Adapun perkiraan permintaan untuk tahun 2016 dan 2017 untuk suku cadang *hidrolik* adalah 350 dan 360, *engine* adalah 369 dan 383 dan *ballast box* adalah 31 dan 33
2. Kebijakan pengendalian persediaan suku cadang sebagai adalah dengan menggunakan pengendalian persediaan probabilitas Q dengan *back order*, dengan total biaya untuk suku cadang hidrolik adalah Rp. 5.664.518.933, suku cadang *engine* adalah Rp. 2.906.935.626 dan suku cadang *ballast box* adalah Rp. 1.149.236.332

6. REFERENSI

- Bahagia, Senator Nur. "Sistem Inventori", Departemen Teknik Industri Institut Teknologi Bandung, 2003.
- Gaspersz, Vincent. "Prodction Planning and Inventory Control", hal 291-292. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 2003.
- Indrajit, Eko Richardus,. Dan Djokopranoto Richardus,. "Strategi Manajemen Pembelian dan Supply Chain Pendekaran Manajemen Pembelian Terkini Untuk Menghadapi Persaingan Global" PT. Gramedia Widiasarana Indonesia, Jakarta, 2005.

- Kamil, Insanul, "Penentuan Strategi Pembelian Suku Cadang Alat Berat Dalam Penerapan Manajemen Rantai Pasok Di PT. Semen Padang" Jurnal optimasi Sistem Industri Vol, 5, No, 2, Mei, 2006 : 31-39
- Praseetyo, Adinur, " Panduan Program Aplikasi Qm for Windows Versi 3.0. Elex Media Komputindo
- Rangkuti, Freddy. "*Manajemen persediaan Aplikasi di Bidang Bisnis*" PT. Raja Grafindo, Jakarta, 1995.